

ции деятельности вузов по реализации региональной образовательной политики в Сибирском федеральном округе; адаптации профессиональных образовательных программ к региональным особенностям развития науки, культуры, техники и технологии, потребностям региональной экономики; обеспечения согласованности стратегии и методов работы архитектурных вузов Сибири, а также совершенствования организации, кадрового и методического обеспечения учебного процесса.

Будущее архитектурного образования и науки видится в форме совместного содействия и создания материальных архитектурных объектов, образовательных программ, международных творческих организаций (союзов), университетов (мегауниверситетов), международных кафедр, международных творческих мастерских (в условиях высоких компьютерных, информационных и других технологий).

УДК 624.154.001.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ RE-THERM

С.М. Кисляк, П.К. Сеначин

*В статье приведены результаты экспериментального исследования теплотехнических характеристик жидкого изоляционного покрытия Re-Therm. Измерения проводились в лабораторных условиях и на реальных ограждающих конструкциях.*

*Ключевые слова: жидкая теплоизоляция Re-Therm, коэффициент теплопроводности, степень черноты.*

### ВВЕДЕНИЕ

Введение закона об энергосбережении Ф-263 повысило актуальность разработки теплоизоляционных материалов новых типов. На рисунке 1 показана динамика потребления теплоизоляционных материалов, а на рисунке 2 – ее области применения. Особый интерес представляет так называемая жидкая теплоизоляция используемая в виде краски. В таблице 1 приведены заявляемые физико-механические свойства жидкой изоляции Re-Therm [1-5].

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для проверки теплофизических свойств данной теплоизоляции были проведены экс-

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кияненко К.В. Высшие архитектурные школы России: попытка инвентаризации // Матер. конф. XXI Междунар. смотра-конкурса лучших дипломных проектов по архитектуре и дизайну [Электронный ресурс]: <http://www.uar.ru/pdf/kiyanenko.pdf>, Режим доступа свободный.
2. Всемирная декларация о высшем образовании для XXI века: подходы и практические меры // Дистанционное образование, 1999, № 4. – С.4-9; № 5. – С. 4-6.
3. Поморов С.Б. Евразийский вектор в российской модели архитектурного образования. «Интегрирование в Европейское архитектурное образование с учетом региональных особенностей»: Сб. докладов междунар. науч. конф. – Т. 1. – Ереван: Изд-во ЕГУАС (Известия, № 23), 2011. – С. 89-92.

*Долнаков А.П. – к.арх., профессор, E-mail: dol.el@mail.ru; Зубенко В.В. – магистрант, Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия.*

периментальные исследования. В отличие от методики, приведенной в [6], использовался метод теплового баланса. Методика проведения опыта и математическая модель расчета представлена на рисунке 3 и в формулах:

– тепловой поток по балансу

$$Q_6 = cG(\tau_1 - \tau_2);$$

– тепловой поток по теплопередаче

$$Q_m = \frac{\tau_{cp} - t_6}{\frac{1}{\pi d_1 \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_U} \ln\left(\frac{D_{U2}}{D_{U1}}\right) + \frac{1}{\pi d_2 \alpha_2}};$$

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ RE-THERM

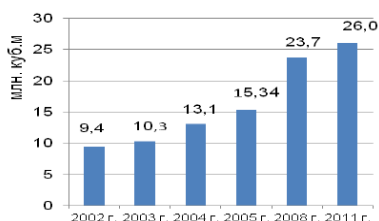


Рисунок 1 – Динамика потребления теплоизоляционных материалов

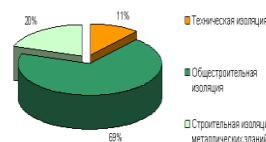


Рисунок 2 – Структура потребления теплоизоляционных материалов в 2012 году по основным сферам потребительского рынка, % от объема потребления

Таблица 1 – Физико-механические свойства жидкой изоляции *Re-Therm*

Свойства	Показатель
Прочность при разрыве, МПа	7,8
Относительное удлинение при разрыве, %	5
Плотность в жидком состоянии, кг/м <sup>3</sup>	500
Плотность готового покрытия, кг/м <sup>3</sup>	300
Паропроницаемость, грамм/м <sup>2</sup> /час	50
Водопроницаемость,	менее 30 гр/м <sup>2</sup> /24 ч.
Светоотражение, %	82
Светорассеяние (инфракрасного излучения), %	92
Коэффициент теплового сопротивления по радиационной составляющей теплопроводности при 2 мм покрытия	до 20
Теплопроводность для радиационной составляющей переноса тепла, Вт/(м·°C)	0,001
Теплопроводность для контактной составляющей переноса тепла, Вт/(м·°C)	0,037

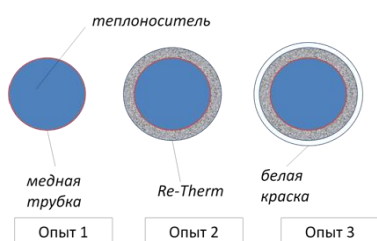


Рисунок 3 – Порядок проведения опытов

- коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к стенкам трубки

$$\alpha_1 = (1430 + 23,3 \cdot \tau_{cp} - 0,048 \cdot \tau_{cp}^2) \cdot w^{0,8} / d_{вн}^{0,2};$$

- коэффициент теплоотдачи к окружающему воздуху

$$\alpha_2 = \frac{Q_K + Q_{Л}}{(\tau_2 - t_г)F};$$

- конвективная составляющая теплового потока

$$Q_K = \alpha_K F (\tau_{cp} - t_г);$$

- коэффициент теплоотдачи от поверхности за счет конвекции

$$\alpha_K = 0,5 \cdot \lambda_г / D \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25};$$

- коэффициент теплоотдачи от поверхности за счет излучения

$$Q_{Л} = \varepsilon C_{np} \left[ \left( \frac{T_{cp}}{1000} \right)^4 - \left( \frac{T_г}{1000} \right)^4 \right] F.$$

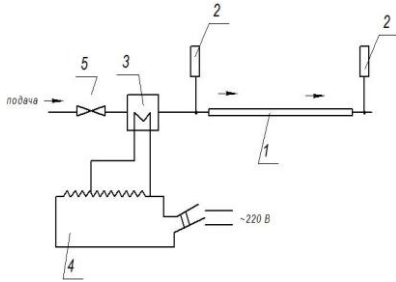
Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 4, а ее внешний вид на рисунке 5.

Последовательность испытаний:

1) проводился эксперимент с не теплоизолированной медной трубкой (опыт 1);

2) использовалась трубка с нанесенной жидкой теплоизоляцией *Re-Therm* толщиной  $\delta \approx 0,3$  мм;

3) проводился эксперимент с нанесенной жидкой теплоизоляцией *Re-Therm* толщиной  $\delta \approx 0,3$  мм, дополнительно покрытой поверх белой нитрокраской толщиной  $\delta \approx 10-20$  мкм. Обработка результатов происходила следую-



1 – медная трубка ( $l = 15 \text{ м}$ ,  $d = 10 \times 1 \text{ мм}$ ), 2 – температурные датчики, 3 – проточные нагреватель 2,5 кВт, 4 – ЛАТР (10 А), 5 – кран регулировки расхода

Рисунок 4 - Схема экспериментальной установки

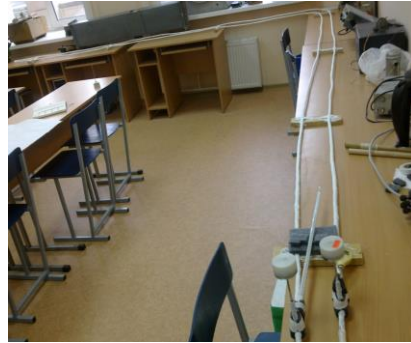


Рисунок 5 – Общий вид установки

Таблица 2 – Результаты опытов

Наименование	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Балансовый тепловой поток $Q_b$ , кВт	167,6	237,2	249,2
Конвекционный тепловой поток $Q_k$ , Вт	162,5	163,8	155,7
Лучистый тепловой поток $Q_l$ , Вт	5,03	73,4	93,4
Степень черноты поверхности $\epsilon$	0,046	0,690	0,950
Коэффициент теплопроводности изоляции лиз, Вт/(м К)	-	0,022	0,022

Таблица 3 – Сравнительная таблица характеристик *Re-Therm*

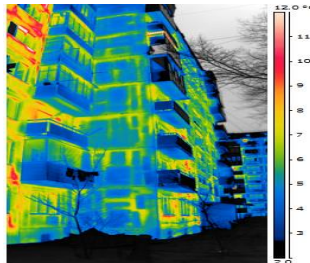
Жидкая теплоизоляция <i>Re-Therm</i>			
Характеристики, заявленные производителем		Характеристики, полученные в результате опытов	
$\lambda$ , Вт/м·К	$C_1$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К <sup>4</sup>	$\lambda$ , Вт/м·К	$C_1$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К <sup>4</sup>
0,0011	1,58	0,0257	5,39

щим образом. Вначале по известной степени черноты (0,95) обычной краски рассчитывался коэффициент теплопроводности изоляции *Re-Therm*, затем по найденному коэффициенту теплопроводности ( $\lambda = 0,022 \text{ Вт/(м К)}$ ) определялась степень черноты поверхности *Re-Therm* по данным второго опыта (0,69). Результаты опытов представлены в таблице 2. По первому опыту уточнялся конвективный коэффициент теплоотдачи и достоверность определения коэффициента излучения меди [7]. Сравнение характеристик, полученных в результате эксперимента и заявленных на сайтах, дано в таблице 3. Результат применения *RE-THERM* на наружной стене жилого помещения многоэтажного здания приведен

а)



б)



а) общий вид наружных ограждающих конструкции с нанесенной краской *Re-Therm*; б) термограмма наружных поверхностей после нанесения термокраски

Рисунок 6 – Применение жидкой теплоизоляции *Re-Therm* на наружных ограждениях

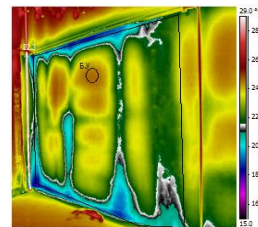


Рисунок 7- Термограммы внутренних поверхностей

на рисунке 6. На рисунке 7 приведена термограмма внутренних поверхностей после нанесения краски. Результаты обработки термограмм, полученных при тепловизионном обследовании ограждающих конструкций жилого помещения, даны в таблице 4.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ RE-THERM

Таблица 4 - Данные измерения до и после нанесения жидкой теплоизоляции

Показатели	До нанесения теплоизоляции	После нанесения теплоизоляции
Дата	30.01.2013	27.03.2013
Изображение времени	20:48:51	20:00:36
Температура наружного воздуха, °С	-22,0	-3,0
Температура внутреннего воздуха, °С	24.0	26.0
Б.У Средняя температура, °С	22.1	24.8
Наружная стена Максимальная температура, °С	22.4	24.9
Наружная стена Минимальная температура, °С	9.4	18.0
Наружная стена Средняя температура, °С	17.6	22.3
Сопротивление теплопередачи Б.У. $R^0$ , (м <sup>2</sup> ·°С/Вт)	2,78	2,78
Сопротивление приведенное $R_{пр}$ , (м <sup>2</sup> ·°С/Вт)	0,83	0,90

Таблица 5 - Экономическая эффективность применения теплоизоляции RE-THERM

Наименование показателя	Единица измерения	Минеральная вата	Re-Therm
Толщина слоя	мм	60	23
Теплопроводность	Вт/м·°С	0,041	0,022
Стоимость монтажа, включая стоимость материалов и работ	руб./м <sup>2</sup>	431,8	4089,1
Срок эксплуатации	лет	5	15
Теплопотери	ккал/ч·м <sup>2</sup>	65,17	65,73

Согласно эксперименту, увеличение сопротивления стены составило всего 8,4%. Из

таблицы 4 следует, что увеличение сопротивления произошло в основном за счет снижения неоднородности, в то время сопротивление базовой практически не изменилось. В таблице 5 приведены данные оценки экономической эффективности использования краски *Re-Therm* как теплоизолятора [8].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Полученные данные не совпадают с заявленными теплотехническими характеристиками изоляции *Re-Therm*: по результатам опытов коэффициент теплопроводности почти в 20 раз превышает заявленный, степень черноты в 2 два раза выше рекламируемой.

2) Использование краски *Re-Therm* на ограждающих конструкциях в качестве теплоизоляции оказалось неэффективным.

3) Использование данной краски в качестве утеплителя оказывается экономически неоправданным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт применения покрытий RE-THERM: [http://www.teploekran.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=58](http://www.teploekran.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=58).
2. О жидко-керамическом покрытии Изоллат: <http://isollat.ru/>.
3. Теплозащитное покрытие «Корунд»: [http://altaitk.ru/files/articles/korund\\_principles\\_ext.pdf](http://altaitk.ru/files/articles/korund_principles_ext.pdf)
5. Жидкая теплоизоляция на основе микросфер - [http://inoteck.net/energoberegayuschee\\_kom](http://inoteck.net/energoberegayuschee_kom)
6. Жидкие утеплители: <http://subscribe.ru/group/chastnoe-domostroenie/1436635/>
7. Метод постановки опыта и расчета коэффициента теплопроводности для сверхтонких теплоизоляционных материалов, методические рекомендации по теплотехническим расчетам МПО 001/2003, ОГУП НИИ «Сантехники», г. Москва, 2003.
8. Физические величины. Справочник. Энергоиздат: – Москва, 1991.
9. Тепловая изоляция. Справочник. М: Стоиздат – 1976.

**Кисляк С.М.** – к.т.н., доцент, E-mail: [ksm58@rambler.ru](mailto:ksm58@rambler.ru); **Сеначин П.К.** – д.ф.-м.н., профессор, Алтайский государственный технический университет.